

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 409 719**

51 Int. Cl.:

G01S 19/50 (2010.01)

G01S 19/41 (2010.01)

B66C 13/46 (2006.01)

B66F 9/075 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2007 E 07730745 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 2030038**

54 Título: **Sistema y método para ubicar un dispositivo del GPS**

30 Prioridad:

26.05.2006 FI 20065354

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

27.06.2013

73 Titular/es:

KONECRANES FINLAND OY (100.0%)

**Koneenkatu 8
05830 Hyvinkää, FI**

72 Inventor/es:

RINTANEN, KARI

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 409 719 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para ubicar un dispositivo del GPS

- 5 Un objetivo en la tecnología tradicional del GPS y, en particular, con un dispositivo (5) de localización del GPS, es determinar la ubicación de una antena (3) del GPS en un espacio tridimensional. Una hipótesis aquí es que la antena (3) del GPS puede tener una ubicación arbitraria en el espacio.

10 El documento US 2002/145557 usa series temporales registradas de señales $x(t)$ del GPS 'en bruto' convertidas para determinar la ubicación (figura 1, capítulo [0034]). Las 'ubicaciones candidatas' son usadas como una herramienta matemática para formar, p. ej., una rejilla de división [0054], que puede ser luego refinada recursivamente "... para mejorar la precisión de la ubicación estimada del receptor del GPS" [0055]. Con más detalle, la señal del GPS de tiempo continuo es medida y, usando un convertidor A / D (convertidor de Analógico a Digital) que toma muestras de esa señal ($x(t)$, capítulo [0035]), convirtiéndola de ese modo en una serie temporal de muestras $x_1...x_K$ (figura 1). Esta serie temporal es luego comparada con la serie temporal teórica calculada, p. ej., mediante el uso de las ecuaciones (5), capítulo [0108] o (6), capítulo [0112].

20 El documento (GB 2.382.482 A) describe un algoritmo donde, esencialmente, las seudodistancias medidas son corregidas (es decir, modificadas) iterativamente para proyectar mejor las coordenadas de posición del GPS tradicionalmente calculadas (trianguladas) sobre un segmento de carretera. En resumen: primero se calcula una posición triangulada del GPS, luego se seleccionan segmentos de carretera dentro de una distancia predefinida de la posición calculada del GPS, y se proyecta la posición perpendicularmente a cada segmento de carretera y, finalmente, se calcula una modificación de las seudodistancias (y se aplica durante la próxima triangularización).

- 25 Los segmentos de carretera, para los cuales la distancia viajada y / o el rumbo se desvían significativamente de los otros segmentos de carretera, son descartados.

30 La presente invención introduce un método que permite un uso mejor que el anterior de la ubicación del GPS y de un dispositivo (5) de ubicación del GPS, cuando el objetivo es seleccionar la ubicación de una antena (3) del GPS entre una pluralidad de ubicaciones (8) alternativas previamente conocidas. Una hipótesis aquí es que la antena (3) del GPS no puede ser ubicada en una posición arbitraria en el espacio, sino solamente en la vecindad de una de las ubicaciones (8) predeterminadas.

35 Un sistema de la invención puede ser usado especialmente en puertos de contenedores, terminales de contenedores, aparcamientos, patios de almacenamiento, o en cualquier aplicación en la cual diversos tipos de carga general, por ejemplo, contenedores (12), palés, coches de pasajeros o piezas mezcladas de carga, son manipuladas y almacenadas en ubicaciones de almacenamiento predeterminadas, tal como, por ejemplo, en aparcamientos (15) de contenedores, ubicaciones de almacenamiento para palés o plazas de aparcamiento.

40 Cuando el objetivo es seleccionar la ubicación de una antena (3) del GPS entre una pluralidad de alternativas (8) previamente conocidas, el método tradicionalmente aplicado (figura 2A) procede de la siguiente manera: en la etapa A, un receptor (5) del GPS determina ubicaciones (2) para satélites (1) y mide datos (6) de distancias entre los satélites (1) y una antena (3) del GPS (figura 1). El número de satélites recibidos por el receptor (5) del GPS es habitualmente 5...10, y generalmente el número máximo es 12, debido a limitaciones del hardware.

45 Describiremos ahora los datos (6) de distancia, en la medida necesaria para explicar la invención. Como es previamente conocido por un experto en la técnica, los datos (6) de distancia vienen en dos tipos; una seudodistancia calculada a partir de la medición del tiempo de tránsito de una señal de radio y una distancia Doppler acumulada, calculada acumulativamente a partir de una medición de fase de onda portadora. Además, los receptores (5) de alta calidad del GPS miden ambos conjuntos de datos de medición en dos frecuencias distintas ($L_1 = 1.575,42$ MHz y $L_2 = 1.227,60$ MHz), comprendiendo efectivamente los datos (6) de distancia, en cada instante del tiempo, cuatro elementos de datos para cada satélite (1).

50 La medición del tiempo de tránsito para una seudodistancia procede según el siguiente principio: un satélite (1) del GPS transmite un mensaje de radio a intervalos regulares. Tras transmitir un mensaje, el satélite (1) comprueba el instante de la hora de transmisión según su propio reloj y adosa esta información al mensaje. Tras recibir un mensaje de radio, el receptor (5) del GPS comprueba el instante de la hora de recepción según su propio reloj. Finalmente, el receptor (5) del GPS calcula una diferencia entre el instante de la hora de recepción y el instante de la hora de transmisión leída en el mensaje, y es por ello capaz de calcular un denominado tiempo de (seudo) tránsito aparente. En última instancia, el tiempo de tránsito es convertido en una (seudo) distancia usando la velocidad de la luz como una velocidad supuesta de viaje de la señal de radio.

60 La medición para una distancia Doppler acumulada procede según el siguiente principio: un receptor (5) del GPS mide una onda portadora de señales del GPS, en cuanto a su fase (L_1 o L_2). Cuando la fase aumenta en un ciclo (360 grados), el receptor sabe que la distancia entre un satélite (1) y una antena (3) del GPS ha aumentado en un ciclo de la longitud de onda portadora (ciclo de $L_1 = 19,0$ cm, ciclo de $L_2 = 24,4$ cm). El receptor (5) del GPS

monitoriza un cambio acumulativo de fase y, por ello, conoce exactamente el cambio de distancia.

En la práctica, se efectúa a menudo un cálculo de posición usando una combinación de datos de distancia obtenidos a partir de una pseudodistancia y una distancia Doppler. Esto es porque la pseudodistancia es una medición comparativamente ruidosa (decenas de centímetros), mientras que el ruido de una distancia Doppler es muy leve (milímetros). Sin embargo, el problema más difícil con una distancia Doppler es el hecho de que, aunque los cambios de estos datos de distancia, de un instante en el tiempo al siguiente, son extremadamente precisos, la medición incluye una constante desconocida, el valor inicial de una distancia Doppler. Por este motivo, como es obvio para los expertos en la técnica, es una práctica común combinar una pseudodistancia y una distancia Doppler, de modo que los cambios en la distancia Doppler operen para filtrar una medición ruidosa de pseudodistancia (allanamiento de fase de portadora).

Los datos (6) de distancia son posteriormente usados con referencia a cualquier elemento de información de distancia, que se obtenga como se ha descrito anteriormente, y que representa la distancia entre un satélite dado (1) y una antena (3) del GPS.

También describiremos en lo siguiente los factores de error sistemático relevantes a los datos (6) de distancia, en la medida necesaria para explicar la invención. Tanto la medición de pseudodistancia como la medición de distancia Doppler incluyen un error de igual magnitud, resultante del error de marcha de un reloj del receptor (5) del GPS. Además, el error es igual para cada satélite, dado que la cuestión es acerca de un error causado por el receptor (5). Además, la atmósfera inflige error en mediciones de distancia, ya que la señal de radio no viaja en la atmósfera a la velocidad exacta de la luz. Como se sabe, un error que ocurre en la troposfera tiene el mismo efecto para la medición de una pseudodistancia y de una distancia Doppler. Por otra parte, un error que ocurre en la ionosfera es igual, pero de dirección opuesta, en las mediciones de una pseudodistancia y una distancia Doppler. Los errores infligidos por la atmósfera son distintos para satélites distintos, siendo distinta la distancia recorrida por una señal de radio en la atmósfera.

Además, hay un error incluido en una determinación (2) de la información de posición para los satélites (1). El satélite (1) está, en realidad, situado en una posición (2'), que es distinta a la posición (2) medida. Y por último, hay error de marcha también en el reloj del satélite. En términos de mediciones, sin embargo, este error del reloj del satélite parece ser exactamente el mismo que el error de posición del satélite, por lo que estos dos errores son usualmente procesados de manera conjunta.

En la Etapa B (figura 2A), los datos (2) de posición para los satélites (1), así como las mediciones (6) de distancia entre los satélites (1) y una antena (3) del GPS, son usados para calcular los datos (4) de ubicación supuestos para la antena (3) del GPS que, debido a errores de medición, según lo descrito anteriormente, por supuesto, no necesariamente coinciden exactamente con una ubicación (4') verdadera de la antena (3) del GPS. El número mínimo de satélites (1) necesarios para calcular la ubicación (4) de la antena (3) del GPS es esencialmente 4.

A fin de evitar un error resultante de la marcha errónea del reloj del receptor (5) del GPS, el cálculo para la ubicación (4) es generalmente realizada por medio de las denominadas distancias de diferencia. Una medición (6) de distancia individual está indicada como p_i , que representa la distancia medida de una antena (3) del GPS desde un satélite i . Como se ha indicado anteriormente, p_i es a menudo una combinación de la pseudodistancia y de la distancia Doppler. El satélite $i=r$ es seleccionado para servir como un llamado satélite de referencia, seguido por el cálculo de las distancias de diferencia dp_i para todos los otros satélites, de la siguiente manera:

$$dp_i = (p_i - p_r), \text{ para todo } i \neq r$$

En las distancias de diferencia calculadas de esta manera, ya no está presente un error de reloj del receptor (5). Como se sabe previamente, cuando la ubicación (4) de una antena (3) del GPS es determinada ahora por medio de las distancias dp_i , el efecto de un error de reloj en el receptor (5) ha sido eliminado.

Con el fin de realzar adicionalmente la precisión de la localización en términos de los datos (4) de ubicación de la antena (3) del GPS, también se usa a menudo un segundo dispositivo (5b) del GPS y una segunda antena (3b) del GPS conectada con el mismo, estando ésta última colocada en una ubicación (4b) fija, previamente conocida. En este caso, una determinación de los datos (4) de ubicación de la antena (3) del GPS será facilitada adicionalmente usando también mediciones (6b) de distancia entre los satélites (1) y la antena (3b) fija del GPS, así como los datos (4b) de ubicación de la antena (3b) fija del GPS. Los conjuntos de información (6b) y (4b) son usualmente transmitidos por un equipo (7) de radio desde el segundo dispositivo (5b) del GPS al dispositivo (5) del GPS (figura 1).

Describiremos a continuación un uso conjunto de los conjuntos (6) y (6b) de información de distancia, en la medida necesaria para explicar la invención. Indicamos las distancias de diferencia calculadas por un dispositivo (5) del GPS con un símbolo dp_i^R (Explorador) y las distancias de diferencia calculadas, de una manera exactamente equivalente por un dispositivo (5b) del GPS, con un símbolo dp_i^B (Estación base), donde i se refiere al número de un satélite dado. Dado que la información (6b) es transmitida por el equipo (7) de radio a un dispositivo (5) del GPS, ambas

distancias de diferencia están disponibles para su procesamiento por el dispositivo (5) del GPS. Como es perfectamente conocido para un experto en la técnica anterior, a fin de disminuir el efecto de los errores resultantes de perturbaciones atmosféricas y posiciones erróneas de satélites, así como de errores de reloj de los satélites, al calcular los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS, el dispositivo (5) del GPS habitualmente calcula las siguientes dobles distancias de diferencia ddp_i (dobles observaciones de diferencia):

$$ddp_i = (dp_i^R - dp_i^B), \text{ para todo } i \neq r$$

Naturalmente, estas dobles distancias de diferencias solamente pueden ser calculadas por aquellos satélites que son simultáneamente visibles para cada uno de los dispositivos (5) y (5b) del GPS.

Como las antenas (3) y (3b) del GPS están a menudo situadas bastante cerca entre sí (por ejemplo, entre 1 y 10 kilómetros), el efecto de una gran parte de los errores inducidos por la atmósfera en los receptores (5) y (5b) es idéntico y, por ello, eliminado de la diferencia. A continuación, la ubicación (4) de una antena (3) del GPS se calcula usando las diferencias ddp_i , y el efecto de los errores en el cálculo es reducido por ello. Debería observarse, sin embargo, que la técnica expuesta no elimina completamente los errores, pero la ubicación (4) calculada de la antena (3) del GPS puede, sin embargo, diferir en varios metros de la verdadera ubicación (4') (figura 3).

Según la técnica tradicional, el cálculo de los datos (4) de ubicación tiene lugar dentro de un dispositivo (5) del GPS, que emite los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS a un usuario final, p. ej., en forma de un mensaje 'GPGLGA' estandarizado. En la mayoría de los casos, los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS se expresan en coordenadas geográficas angulares (Latitud, Longitud), así como en una elevación sobre el suelo (altura). Sin embargo, estas coordenadas pueden ser convertidas por fórmulas generalmente conocidas para un conjunto rectangular de coordenadas xyz.

En la Etapa C (figura 2A), según la técnica tradicional, cuando los datos (4) de ubicación para una antena (3) del GPS han sido finalmente determinados, los datos (4) de ubicación son comparados con ubicaciones alternativas (8), previamente conocidas, de la antena (3) del GPS. La comparación se efectúa, en general, calculando las distancias D_j (9) entre los datos (4) de ubicación y cada ubicación (8) alternativa optativa de la antena (3) del GPS (figura 3). Estas distancias pueden ser calculadas por una fórmula:

$$d_j = \text{raíz cuadrada} ((x^A - x_j^R)^2 + (y^A - y_j^R)^2 + (z^A - z_j^R)^2), \text{ para todo } j \quad (3)$$

donde x^A , y^A y z^A son coordenadas de posición para la ubicación (4) calculada de una antena (3) del GPS, y x_j^R , y_j^R y z_j^R son coordenadas para una ubicación j alternativa específica.

Esto es seguido por la elección, entre las alternativas (8), de una ubicación que esté lo más cerca posible de la ubicación (4) calculada de una antena (3) del GPS, es decir, una ubicación correspondiente al más pequeño valor de D_j .

Un grave inconveniente en el método es que, al convertir, en la etapa B, los datos (2) de posición de los satélites (1), así como las mediciones (6) de distancia, así como, posiblemente, también las mediciones (6b) de distancia y una ubicación (4b) conocida, en los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS, se perderá una gran cantidad de información. La información se pierde porque un receptor (5) del GPS es capaz, en general, de ver tantos satélites (1), que su número permitiría al receptor (5) del GPS calcular un gran número de ubicaciones alternativas para una antena (3) del GPS, pero, por motivos prácticos, solamente presenta a un usuario final un tipo de ubicación (4) media ponderada para la posición de una antena (3) del GPS.

Describiremos ahora el cálculo de una ubicación (4) media, en la medida necesaria para explicar la invención. Es obvio para el experto que conocer tres dobles observaciones ddp_i de diferencia, así como las ubicaciones de los satélites, permitiría averiguar la ubicación de una antena (3) del GPS de manera única. Esto se efectúa normalmente resolviendo un conjunto linealizado de ecuaciones, que incluye tres ecuaciones y tres incógnitas. Sin embargo, dado que el número de satélites (1) que son observados es, con gran frecuencia, mayor que cuatro, el número de dobles observaciones ddp_i de diferencia será más de tres y el resultado será un conjunto linealizado de ecuaciones, que incluye tres incógnitas y más de tres ecuaciones. Como se sabe previamente, un conjunto de ecuaciones tal como este se resuelve habitualmente por medio de una denominada solución de cuadrados mínimos, que escoge un valor tal, para la ubicación (4) de una antena (3) del GPS, para que la suma ponderada de los residuos al cuadrado sea minimizada.

Como se ha indicado antes, este promedio da como resultado la pérdida de una gran cantidad de información original. Esto puede llevar a menudo a una situación tal que, al comparar los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS y los conjuntos de datos (8) de ubicación alternativos, no haya manera de saber, con un alto grado de certeza, si se seleccionará o no la ubicación correcta entre las alternativas (8) previamente determinadas, pero, en cambio, debido al ruido implicado en las mediciones, también es posible escoger una alternativa equivocada por error.

Descripción de la invención

5 A fin de eliminar este inconveniente, un método según la presente invención, para seleccionar una alternativa correcta de ubicación entre una pluralidad de alternativas (8) previamente determinadas, comprende reemplazar las etapas etapa B y etapa C, realizando nuevas etapas distintas, la etapa D y la etapa E (figura 2). Esto da como resultado una omisión total de la adversa etapa intermedia B.

10 Un método de la invención comprende realizar una etapa A (figura 2B) de la misma manera que en la técnica tradicional, es decir, un receptor (5) del GPS determina ubicaciones (2) para satélites (1) y mide datos (6) de distancia entre los satélites (1) y una antena (3) del GPS.

15 Esto es seguido por el paso a la etapa D, que comprende determinar una distancia teórica S_{ij}^R (10) entre los datos de ubicación de cada satélite (1) y cada ubicación (8) alternativa de la antena (3) del GPS (figura 4). Esta distancia teórica puede ser calculada, por ejemplo, por medio de una fórmula:

$$S_{ij}^r = \text{raíz cuadrada} ((x_i^S - x_j^R)^2 + (y_i^S - y_j^R)^2 + (z_i^S - z_j^R)^2), \text{ para todo } i, \text{ para todo } j \quad (4)$$

donde x_i^S, y_i^S y z_i^S son coordenadas de posición para un satélite i , y x_j^R, y_j^R y z_j^R son coordenadas para una ubicación j (8) alternativa específica de la antena (3) del GPS.

20 Ha de observarse que un receptor (5) tradicional del GPS no ejecuta la etapa D, ni siquiera sería capaz de ejecutarla, ya que un receptor (5) tradicional del GPS no está informado de las ubicaciones (8) alternativas para una antena (3) del GPS. Un receptor (5) tradicional del GPS determina una ubicación (4) para una antena (3) del GPS, totalmente ignorante de la pluralidad de posibles ubicaciones (8) alternativas.

25 Finalmente, según una realización de la invención, la etapa E (figura 2B) comprende comparar distancias teóricas (10) con distancias medidas (6) para comprobar la coherencia. Según lo descrito anteriormente, es aconsejable calcular las distancias de diferencia dp_i a partir de los datos (6) de distancia. Luego, para habilitar la comparación, también se calcularían, usando el mismo satélite $i=r$ de referencia que en el proceso del cálculo de los valores dp_i , las respectivas distancias de diferencia teóricas dS_{ij}^R :

$$dS_{ij}^R = S_{ij}^r - S_{ij}^R, \text{ para todo } i \neq r, \text{ para todo } j \quad (5)$$

35 Esto sería seguido por la determinación, para cada ubicación j (8) alternativa, de una suma de errores σ_j (11), que expresa cuán conformes son las distancias teóricas (10) de diversos satélites con las distancias medidas (6) juntas. Para medir la conformidad, es posible usar, por ejemplo, la siguiente suma de errores σ_j (11) (figura 4):

$$\sigma_j = \sum_{\text{en todo } i \neq r} [w_i(dp_i^R - dS_{ij}^R)^2], \text{ de todo } j \quad (6)$$

40 donde las dp_i^R son, según lo determinado antes, distancias de diferencia calculadas por un dispositivo (5) del GPS y w_i es un coeficiente de ponderación, por lo cual la fiabilidad de medición de un satélite i puede ser expresada como se desea. Finalmente, se escoge una de las ubicaciones (8) alternativas, y esa será la que haya adquirido la suma (11) de errores numéricamente más pequeña.

45 Además, el método puede ser mejorado en términos de su precisión, usando un segundo dispositivo (5b) adicional del GPS y una segunda antena (3b) del GPS, conectada con el mismo y colocada en una ubicación (4b) fija, previamente conocida. En este caso, la invención también comprende el hacer uso de mediciones (6b) de distancia entre los satélites (1), así como la antena (3b) fija del GPS, así como un conjunto de datos (4b) de ubicación para la antena (3b) fija del GPS, calculando también distancias teóricas (10b) entre los satélites (1) y la antena (3b) fija del GPS (figura 4).

50 Esta distancia teórica puede ser calculada para cada satélite (1), por ejemplo, por medio de una fórmula:

$$S_i^B = \text{raíz cuadrada} ((x_i^S - x^B)^2 + (y_i^S - y^B)^2 + (z_i^S - z^B)^2), \text{ para todo } i \quad (7)$$

55 donde x_i^S, y_i^S y z_i^S son coordenadas de posición para un satélite i , y x^B, y^B y z^B se refieren a una ubicación (4b) de la antena (3b) del dispositivo (5b) del GPS.

Esto es seguido por la comparación de las distancias teóricas (10) y (10b) con las distancias medidas (6) y (6b) para comprobar la coherencia. Los conjuntos de datos (6b) y (4b) pueden ser nuevamente transmitidos por medio del equipo (7) de radio, desde el dispositivo (5b) del GPS a un nuevo dispositivo de la invención, que corresponde al dispositivo (5) del GPS, y que debería estar dotado de un cálculo, según lo descrito en la invención, y con una base

de datos de mapas especiales, que contiene información geográfica para todas las ubicaciones alternativas (8). Para cada ubicación j alternativa de una antena (3) del GPS, podría determinarse nuevamente una respectiva suma de errores σ_j (11) (figura 4), calculando las siguientes cantidades:

$$dS_i^B = S_i^B - S_r^B, \text{ para todo } i \neq r \quad (8)$$

$$ddS_{ij} = dS_{ij}^R - dS_i^B, \text{ para todo } i \neq r, \text{ para todo } j \quad (9)$$

$$\sigma_j = \sum_{\text{en todo } i \neq r} [w_i (ddp_i - ddS_{ij})^2], \text{ de todo } j \quad (10)$$

donde las ddp_i son, como se ha determinado anteriormente, distancias de diferencia doble calculadas a partir de los datos (6) y (6b) de distancia, y w_i es un coeficiente de ponderación, que puede ser usado como se desee para expresar la fiabilidad de medición de un satélite i . Finalmente, se escoge una de las ubicaciones j (8) alternativas, y esa será la que haya adquirido la suma σ_j (11) de errores numéricamente más pequeña.

Este nuevo método permite evitar la etapa B del método tradicional, un cálculo de datos (4) de ubicación para una antena del GPS, que es una etapa intermedia innecesaria y adversa, que da como resultado la pérdida de una gran cantidad de información disponible. Se ha observado en pruebas prácticas que el método de la técnica anterior puede dar como resultado hasta cien veces más errores en comparación con el método de la invención, por lo que el método de la invención proporciona una ventaja innegable.

Nos concentraremos ahora, específicamente, en el funcionamiento de un puerto de contenedores o un terminal de contenedores del interior.

En un puerto de contenedores o terminal de contenedores, los contenedores (12) son desplazados por una gran variedad de máquinas (13) de manipulación de contenedores, tales como, por ejemplo, un transportador por montaje, un camión montacargas o una grúa de caballete móvil (RTG, RMG), por ejemplo, desde una grúa de muelle, un camión remolque o un vagón de ferrocarril, a espacios de almacenamiento en un patio (14) de contenedores, que serán denominados en lo subsiguiente espacios (15) de contenedor.

Los espacios de contenedor son generalmente marcados en el suelo con pintura, o mediante un pavimento, por lo cual la ubicación de los mismos es fija en el puerto de mar. Los espacios (15) de contenedor dentro del patio (14) de contenedores están habitualmente configurados de forma rectangular, como filas y compartimientos (figura 5), para facilitar tanto como sea posible que las máquinas (13) de manipulación de contenedores operen entre los contenedores.

Los espacios (15) de contenedores pueden asimilar un cierto número de contenedores (12) puestos uno sobre otro, en pilas de altura entre dos (especialmente un transportador por montaje) y, habitualmente, seis (especialmente con una grúa de caballete móvil) contenedores. Los contenedores (12) descargados, es decir, vacíos y, por tanto, ligeros, pueden ser apilados en una pila con una altura de hasta ocho contenedores (especialmente un camión montacargas).

Respectivamente, las máquinas (13) de manipulación de contenedores extraen los contenedores (12) de los espacios (15) de contenedores de un patio (14) de contenedores y los llevan hasta una grúa de muelle, un camión remolque o un vagón de ferrocarril, cuando un contenedor (12) específico se necesita nuevamente. Cada contenedor (12) está dotado de un código (19) de identificación específico, para distinguir el contenedor en cuestión de todos los otros contenedores.

Como es perfectamente obvio para un experto, incluso de la técnica anterior, una ubicación (16) en el suelo para el centro de cada espacio (15) de contenedor puede ser expresada como coordenadas xyz , por ejemplo, en metros (o simplemente como coordenadas xy , si los datos de altura no son necesarios) en un conjunto arbitrariamente seleccionado de coordenadas dentro del área de un puerto de mar. Para mayor claridad, supondremos en lo subsiguiente que la coordenada z apunta en dirección hacia arriba, ortogonalmente al nivel local del suelo. La coordenada (z) de elevación para la ubicación (16) de un espacio (15) de contenedor se requiere toda vez que sea necesario saber la variación resultante de las ondulaciones del nivel del suelo dentro del área de un puerto de mar. Usaremos en lo subsiguiente las siguientes denominaciones:

(16_{xy}) = datos de ubicación horizontal para un espacio de contenedor sin una coordenada z , así como

(16) = datos completos de ubicación tridimensional para un espacio de contenedor.

Los datos (16) de ubicación geográfica correspondientes a todos los espacios (15) alternativos de contenedor pueden ser almacenados en una base de datos (17) de mapas específicos (figura 5). Cuando la máquina (13) de manipulación de contenedores trae un contenedor (12) a un espacio (15) de contenedor específico, la ubicación de

este contenedor será almacenada en la memoria del sistema (18) de información del puerto de mar o terminal (TOS = Sistema Operativo de Terminal), de modo que el contenedor específico pueda ser rápidamente ubicado y recogido nuevamente más tarde. Como se sabe de la técnica anterior, esto puede ser implementado, por ejemplo, almacenando en el sistema (18) de información del terminal del puerto de mar, junto con un identificador (19) de contenedor, los datos (16) de ubicación correspondientes al espacio (15) de contenedor específico donde se deja (figura 6) el contenedor (12). En la práctica, lo que se almacena en el sistema (18) de información, a menudo, no son datos (16) numéricos de ubicación geográfica, sino, en cambio, un nombre específico para el espacio (15) de contenedor que, no obstante, por ejemplo, mediante una tabla, puede ser determinado directamente a partir de los datos (16) de ubicación del espacio de contenedor.

Un objeto de la invención es un método, que es mejor que los métodos anteriores conocidos, en términos de la determinación de un espacio (15a) de contenedor específico, para estacionar o recoger un contenedor (12). La capacidad de ubicar fiablemente un espacio de contenedor es importante para que al sistema (18) de información del terminal no se le suministre falsa información, lo cual, en el peor caso, podría llevar al extravío de un contenedor (12) y a una pérdida de tiempo en su búsqueda. Especialmente en el proceso de cargar un barco, la operación del puerto de mar debe proceder de manera eficiente e impecable.

Se sabe con anterioridad que, a fin de determinar un espacio (15a) de contenedor específico, para colocar o recoger un contenedor (12), la máquina (13) de manipulación de contenedores puede ser dotada de una antena (3) de localización especial por satélite, o del GPS, así como de un dispositivo (5) receptor del GPS para medir una ubicación de la máquina (13) de manipulación de contenedores (figura 7). Es un objetivo general que una antena (3) del GPS esté situada exactamente encima del centro de un separador, por lo cual las coordenadas horizontales xy de la ubicación de la antena (3) del GPS coincidan con las coordenadas horizontales xy del centro del contenedor (12) transportado. Usaremos en lo subsiguiente las siguientes notaciones:

(4_{xy}) = datos de ubicación horizontal para una antena del GPS sin una coordenada z, así como

(4) = datos completos de ubicación tridimensional para una antena del GPS.

Como se sabe de la técnica anterior, en el momento en que se liberan los bloqueos de torsión incluidos en el separador de una máquina (13) de manipulación de contenedores, puede suponerse que un contenedor (12) está siendo dejado en uno de los espacios (15) de contenedor predeterminados. Leyendo en el mismo momento los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS, calculados por un receptor (5) del GPS, puede suponerse que las coordenadas horizontales (4_{xy}) de los datos (4) de ubicación coinciden con bastante precisión con la posición horizontal de un contenedor (12) estacionado en el patio de contenedores.

Respectivamente, en el momento en que se cierran los denominados bloqueos de torsión incluidos en el separador de una máquina (13) de manipulación de contenedores, puede suponerse que un contenedor (12) está siendo recogido de un cuadrilátero (15) de contenedor predeterminado. Leyendo en el mismo momento los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS, calculados por un receptor (5) del GPS, puede suponerse que las coordenadas horizontales (4_{xy}) de los datos (4) de ubicación coinciden con bastante precisión con la posición horizontal de un contenedor (12) recogido en el patio de contenedores.

Esto es seguido, según un método tradicional, por la comparación de la ubicación horizontal (4_{xy}) medida de la antena del GPS con las ubicaciones horizontales (16_{xy}) de todos los espacios (15) de contenedor posibles de la base de datos (17) de mapas, y esta comparación es usada como una base para seleccionar el espacio (15) de contenedor cuyas coordenadas (16_{xy}) estén lo más cerca posible de la ubicación (4_{xy}) medida por el dispositivo (5) del GPS.

En el caso de que, por algún motivo, una antena (3) del GPS no pueda ser colocada directamente sobre el centro de un separador, es posible, no obstante, como se sabe de antemano, calcular indirectamente una ubicación estimada para el centro de un contenedor (12) en el momento de la recogida o de la descarga, mientras la orientación (especialmente la dirección) de una máquina (13) de manipulación de contenedores se conozca en el momento de la recogida.

Es un problema serio y reconocido que las señales medidas por un receptor (15) del GPS contienen elementos perturbadores y ruido, como consecuencia de lo cual los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS, calculados por un receptor (5) del GPS, no necesariamente son conformes a una verdadera ubicación (4') de la antena (3) del GPS. Por este motivo, es posible, y lamentablemente común, que el espacio (15) de contenedor escogido no sea, después de todo, un espacio (15a) de contenedor correcto, sino un espacio (15b) de contenedor incorrecto, cercano en la mayoría de los casos. Como resultado de esto, el sistema (18) de información será informado de un espacio (15b) de contenedor equivocado. La invención propuesta en la presente mejora significativamente la fiabilidad en la identificación de un espacio (15a) de contenedor correcto y, por ello, elimina un serio problema existente en la técnica anterior.

Describiremos ahora una diferencia entre un método tradicional y la presente invención, especialmente en una

aplicación de puerto de contenedores:

5 La localización tradicional de GPS para la identificación de un espacio (15) de contenedor correcto procede según el siguiente principio: en la etapa A, según lo explicado anteriormente, un receptor (5) del GPS determina las ubicaciones (2) de los satélites (1), así como también mide datos (6) de distancia entre los satélites (1) y una antena (3) del GPS.

10 En la etapa B, los datos (2) de ubicación de los satélites (1), así como las mediciones (6) de distancia entre los satélites (1) y la antena (3) del GPS, son usados para calcular datos (4) de ubicación para la antena (3) del GPS. A fin de mejorar la precisión de la determinación de los datos (4) de ubicación de la antena (3) del GPS, según se conoce de la técnica anterior, es aconsejable emplear también un segundo dispositivo (5b) del GPS y una segunda antena (3b) del GPS, estando esta última colocada en una ubicación (4b) fija, anteriormente conocida, según lo antes descrito.

15 Una vez que están determinados los datos (4) de ubicación para una antena (3) del GPS, se compararán en la etapa C con los datos (16) de ubicación para los espacios (15) de contenedor en un patio (14) de contenedores. Esto se hace habitualmente comparando solamente conjuntos de datos (4_{xy}) y (16_{xy}) de ubicación horizontal entre sí. Esto es seguido por la selección de un espacio particular de los espacios (15) de contenedor cuyos datos (16_{xy}) de ubicación estén lo más cerca posible de dicha ubicación (4_{xy}) de la antena (3) del GPS. Por tanto, la decisión se toma en base a la distancia entre los datos (16_{xy}) de ubicación de un espacio (15) de contenedor y los datos (4_{xy}) de ubicación de una antena (3) del GPS.

25 Un inconveniente grave en el método es que cuando, en la etapa B, los datos (2) de ubicación de los satélites (1), así como las mediciones (6) de distancia, así como también, posiblemente, las mediciones (6b) de distancia y una ubicación conocida (4b), son convertidos en los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS, se perderá una gran cantidad de información. El resultado puede a menudo ser tal que, en el proceso de comparar los datos (4) de ubicación de una antena (3) del GPS y los datos (16) de ubicación de los espacios (15) de contenedor, no haya manera de saber, con un alto grado de certeza, si se selecciona un espacio (15a) de contenedor correcto, o si se selecciona un espacio (15b) de contenedor equivocado por error, debido al ruido implicado en las mediciones.

30 A fin de eliminar este inconveniente, se propone una realización de la invención, en la cual, a fin de identificar un espacio (15) de contenedor correcto, la etapa A será seguida por la ejecución de la etapa D, que comprende determinar una distancia teórica (10) entre los datos (2) de ubicación de cada satélite (1) y una ubicación (16^*) de la antena (3) del GPS correspondiente a los datos (16) de ubicación de cada espacio (15) de contenedor alternativo (figura 7). Un objetivo aquí es proporcionar una instalación, en la cual una antena (3) del GPS, montada sobre una máquina (13) de manipulación de contenedores, permanece a una altura estándar (H) del suelo, de modo que los datos (16^*) de ubicación de una antena (3) del GPS que coincidan con los datos (16) de ubicación (x, y, z) de un cuadrilátero (15) de contenedor, sean (x, y, z+H).

40 Esto es seguido, en la etapa E, por la comparación de las distancias teóricas (10) con las distancias medidas (6) para comprobar la coherencia, según lo descrito anteriormente. Finalmente, un espacio (15) de contenedor escogido será el que haya adquirido la suma (11) de errores más pequeña.

45 A fin de mejorar el método en términos de su precisión, también es aconsejable emplear un segundo dispositivo (5b) adicional del GPS, así como una antena (3b) fija del GPS, según lo descrito anteriormente.

50 Este método permite evitar la etapa B del método tradicional, un cálculo de datos (4) de ubicación para una antena del GPS, que es una etapa intermedia innecesaria y adversa, que da como resultado la pérdida de una gran cantidad de información disponible. En pruebas prácticas para medir los sistemas en cuanto a prestaciones, se descubre que, cuando se usa el método anterior conocido, de calidad inferior, en el cual un cuadrilátero de contenedor es seleccionado en base a la ubicación (4) calculada de una antena (3) del GPS, en lugar de usar la presente invención y la suma (11) de errores descrita anteriormente, el número de errores cometidos por el método de la técnica anterior supera al de la presente invención en más de 100 veces.

55 Lista de figuras

60 La figura 1 muestra un típico sistema de medición del GPS, en el cual un dispositivo (5) tradicional del GPS pretende determinar la ubicación (4) de una antena (3) del GPS midiendo distancias (6) entre los satélites (1) y la antena (3) del GPS. Para una precisión mejorada, se usa también a menudo un segundo receptor (5b) del GPS, con su antena (3b) del GPS colocada en una ubicación (4b) fija conocida. El receptor (5b) del GPS también es usado para medir distancias (6b) entre los satélites (1) y la antena (3b) del GPS. El receptor (5b) del GPS transmite los conjuntos de información (6b) y (4b) al receptor (5), habitualmente, usando el equipo (7) de radio. Los dispositivos del GPS también son capaces de determinar las ubicaciones (2) de los satélites (1).

65 La figura 2 muestra la diferencia entre un método tradicional (figura 2A) y un método de la invención (figura 2B). Ambos métodos determinan en la etapa A las ubicaciones (2) para los satélites (1), así como las distancias (6)

medidas entre los satélites (1) y una antena (3) del GPS. A fin de mejorar la precisión, ambos métodos también pueden determinar las distancias (6b) medidas entre los satélites (1) y una antena (3b) fija del GPS, la utilización de cuya información requiere que se conozca asimismo una ubicación (4b) fija de la antena (3b) del GPS.

5 En la figura 2A, la etapa B, el método tradicional calcula la ubicación (4) de la antena (3) del GPS. En esta etapa B, se pierde una gran cantidad de información de medición, que es el motivo por el cual el método de la técnica anterior es a menudo escaso en prestaciones. A continuación, en la etapa C, el método tradicional selecciona una ubicación de la antena (3) del GPS entre una pluralidad de alternativas (8) previamente conocidas.

10 En la figura 2B, la etapa D, el nuevo método de la invención calcula distancias teóricas (10) correspondientes a cada ubicación (8) alternativa de la antena (3) del GPS y, para una precisión mejorada, posiblemente, también las (10b) a los satélites (1).

15 A continuación, en la etapa E, el nuevo método de la invención selecciona, comparando las distancias teóricas (10) y, posiblemente, también (10b), con las distancias medidas (6) y, posiblemente, también con (6b), una ubicación de la antena (3) del GPS entre una pluralidad de alternativas (8) previamente conocidas.

20 La figura 3 muestra el principio operativo de un método tradicional para seleccionar la ubicación de una antena (3) del GPS entre una pluralidad de alternativas (8) previamente conocidas (etapa C). El método tradicional comprende calcular una distancia D_j (9) desde una ubicación calculada (x^A, y^A, z^A) (4) de la antena (3) del GPS, con respecto a cada ubicación alternativa (x_j^R, y_j^R, z_j^R) (8). Finalmente es seleccionada una ubicación (8), cuya correspondiente distancia D_j (9) sea la más corta. La ubicación calculada (4) de la antena (3) del GPS no necesariamente coincide con una ubicación verdadera (4') de la antena (3) del GPS, que es la razón por la cual el método tradicional puede a menudo seleccionar una ubicación (8) incorrecta.

25 La figura 4 muestra el principio operativo de un nuevo método para seleccionar la ubicación de una antena (3) del GPS entre una pluralidad de alternativas (8) previamente conocidas. En la etapa D, el nuevo método calcula distancias teóricas S_{ij}^R (10) desde las ubicaciones (x_i^S, y_i^S, z_i^S) (2) de los satélites (1) a cada ubicación alternativa (x_j^R, y_j^R, z_j^R) (8) de la antena (3) del GPS. Para una precisión mejorada, también es posible calcular las distancias S_i^B (10b) desde las ubicaciones (2) de los satélites (1) a una ubicación (x^B, y^B, z^B) (4b) de la antena (3b) del GPS montada de manera fija. La Etapa E comprende calcular una suma σ_j (11) de errores para cada ubicación (8) alternativa de la antena (3) del GPS, que expresa cuán correctamente coinciden las distancias teóricas (11) y posiblemente (11b) con las distancias medidas (6) y posiblemente (6b). Finalmente es seleccionada una ubicación (8), cuya correspondiente suma σ_j (11) de errores sea la más pequeña.

30 La figura 5 muestra un patio (14) de contenedores en una disposición típica, con espacios (15) de contenedor organizados en filas y compartimientos. El centro de cada espacio (15) de contenedor tiene sus coordenadas (16) sobre la superficie terrestre almacenadas en una base de datos (17) de mapas.

40 La figura 6 muestra un sistema operativo de terminal (TOS) (18) en una configuración simplificada. El sistema tiene almacenados en el mismo identificadores (19) para los contenedores (12) actualmente en el terminal, así como datos (16) de ubicación en tiempo real para los contenedores, o un nombre específico que pueda obtenerse de los datos (16) o (15).

45 La figura 7 muestra el funcionamiento de la localización del GPS en el proceso de recoger o descargar un contenedor (12). Cuando el contenedor (12) es recogido o descargado por una máquina (13) manipuladora de contenedores, una ubicación (4) de la antena (3) del GPS es medida según la técnica tradicional. Se supone que dicha ubicación (4) tiene sus coordenadas xy (4_{xy}) coincidentes con las coordenadas xy (16_{xy}) del centro de un correspondiente espacio (15a) de contenedor. Sin embargo, si ocurre un error grave en el cálculo del GPS, en la determinación de la ubicación (4) de la antena (3), hay un riesgo de seleccionar un espacio (15b) de contenedor equivocado por error.

50 Un sistema según la presente invención también supone que, en el proceso de recoger un contenedor o de descargar un contenedor, la antena (3) del GPS está situada con bastante precisión sobre el centro de un espacio (15a) de contenedor. En este caso, el nuevo sistema calcula una ubicación teórica (16*) de la antena (3) del GPS, congruente con un centro (16) del espacio (15) de contenedor, suponiendo que la antena (3) del GPS está a una altura H desde el nivel del suelo.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para localizar una antena (3) del GPS, que comprende:

5 - la antena (3) del GPS, y

- un dispositivo (5) del GPS con el cual está conectada la antena (3) del GPS;

10 comprendiendo el dispositivo (5) del GPS un medio adaptado para determinar datos (2) de posición para el satélite (1) del GPS y para medir distancias (6) entre los satélites (1) del GPS y la antena (3) del GPS;

caracterizado:

15 porque el dispositivo (5) del GPS comprende adicionalmente un medio adaptado para guardar una pluralidad de ubicaciones (8) alternativas previamente conocidas, y un medio adaptado para seleccionar una ubicación correcta de la antena (3) del GPS entre la pluralidad de ubicaciones (8) alternativas previamente conocidas, y

20 porque para realizar dicha selección, el dispositivo (5) del GPS comprende adicionalmente un medio adaptado para determinar distancias teóricas (10) entre los satélites (1) del GPS y las ubicaciones alternativas (8), en base a datos (2) de posición de los satélites (1) del GPS, así como datos de posición de las ubicaciones alternativas (8), y un medio adaptado para comparar las distancias teóricas (10) calculadas con las distancias (6) medidas por el dispositivo (5) del GPS entre los satélites (1) del GPS y la antena (3) del GPS.

25 2. Un sistema según lo expuesto en la reivindicación 1, que, para una fiabilidad mejorada, hace uso de una segunda antena (3b) del GPS montada de manera fija, que está colocada en una ubicación fija conocida de antemano, y un segundo dispositivo (5b) del GPS que transmite mediciones (6b) de distancia entre los satélites (1) del GPS y la segunda antena (3b) del GPS, y datos (4b) de ubicación para la segunda antena (3b) del GPS al dispositivo (5) del GPS, caracterizado porque, a fin de seleccionar la ubicación correcta de la antena (3) del GPS, el dispositivo (5) del GPS comprende adicionalmente un medio adaptado para calcular distancias teóricas (10b) entre los satélites (1) del GPS y la segunda antena (3b) del GPS, en base a datos (2) de posición de los satélites (1) del GPS, así como datos (4b) de ubicación de la segunda antena (3b) del GPS, un medio adaptado para comparar las distancias teóricas (10 y 10b) con las distancias medidas (6 y 6b) para comprobar la coherencia, y un medio adaptado para construir datos diferenciados dobles para distancias teóricas y para distancias medidas.

35 3. Un sistema según lo expuesto en la reivindicación 2, caracterizado porque, a fin de seleccionar la ubicación correcta de la antena (3) del GPS, el dispositivo (5) del GPS compara las distancias teóricas (10 y 10b) calculadas con las distancias medidas por el dispositivo del GPS entre los satélites (1) del GPS y la antena (3) del GPS, y entre los satélites (1) del GPS y la segunda antena (3b) del GPS.

40 4. Un sistema según lo expuesto en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la antena (3) del GPS está montada en un vehículo que transporta contenedores u otra carga general.

45 5. Un método por el cual es seleccionada una ubicación correcta de una antena (3) del GPS conectada con un dispositivo (5) del GPS, entre una pluralidad de ubicaciones alternativas (8) previamente conocidas, que comprende determinar datos (2) de posición para los satélites (1) del GPS y medir distancias (6) entre los satélites (1) del GPS y la antena (3) del GPS, caracterizado porque la pluralidad de ubicaciones alternativas (8) previamente conocidas son guardadas en un medio para resguardos, proporcionado en el dispositivo (5) del GPS, y a fin de seleccionar la ubicación correcta de la antena (3); las distancias teóricas (10) entre los satélites (1) del GPS y las ubicaciones alternativas (8) guardadas son determinadas en base a datos (2) de posición de los satélites (1) del GPS, así como datos de posición de las ubicaciones alternativas (8) guardadas, y las distancias teóricas (10) calculadas son comparadas con las distancias (6) medidas por el dispositivo (5) del GPS, entre los satélites (1) del GPS y la antena (3) del GPS.

55 6. Un método según lo expuesto en la reivindicación 5, que comprende, para una fiabilidad mejorada, el uso también de una segunda antena (3b) del GPS, montada de forma fija, que está colocada en una ubicación fija conocida de antemano, y un segundo dispositivo (5b) del GPS, que transmite mediciones (6b) de distancias entre los satélites (1) del GPS y la segunda antena (3b) del GPS, y datos (4b) de ubicación para la segunda antena (3b) del GPS al dispositivo (5) del GPS, caracterizado porque, a fin de seleccionar la ubicación correcta de la antena (3) del GPS, el método comprende adicionalmente las etapas de calcular distancias teóricas (10b) entre los satélites (1) del GPS y la segunda antena (3b) del GPS, en base a datos (2) de posición de los satélites (1) del GPS, así como los datos (4b) de ubicación de la segunda antena (3b) del GPS, comparar las distancias teóricas (10 y 10b) con las distancias medidas (6 y 6b) para comprobar la coherencia, y construir datos diferenciados dobles para las distancias teóricas y para las distancias medidas.

65 7. Un método según lo expuesto en la reivindicación 6, caracterizado porque, a fin de seleccionar la ubicación correcta de la antena (3) del GPS, las distancias teóricas (10 y 10b) calculadas son comparadas con las distancias

medidas por el dispositivo del GPS, entre los satélites (1) del GPS y la antena (3) del GPS, y entre los satélites (1) del GPS y la segunda antena (3b) del GPS.

5 8. Un método según lo expuesto en cualquiera de las reivindicaciones precedentes 5 a 9, caracterizado porque el método es usado para una correcta identificación de espacios de almacenamiento para contenedores u otra carga general.

9. Un método según lo expuesto en la reivindicación 8, caracterizado porque el método es operado montando la antena (3) del GPS sobre un vehículo que transporta contenedores u otra carga general.

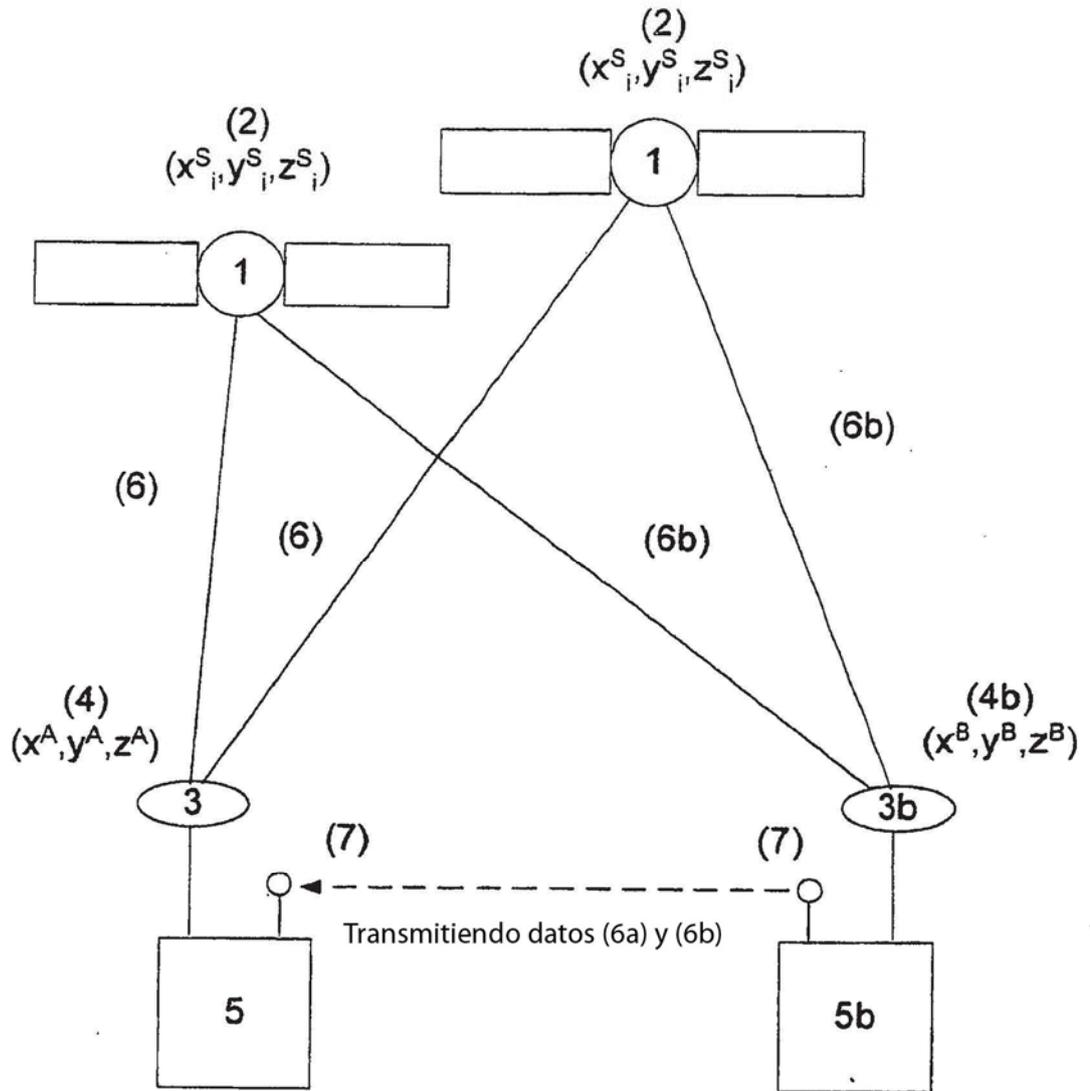


Fig. 1

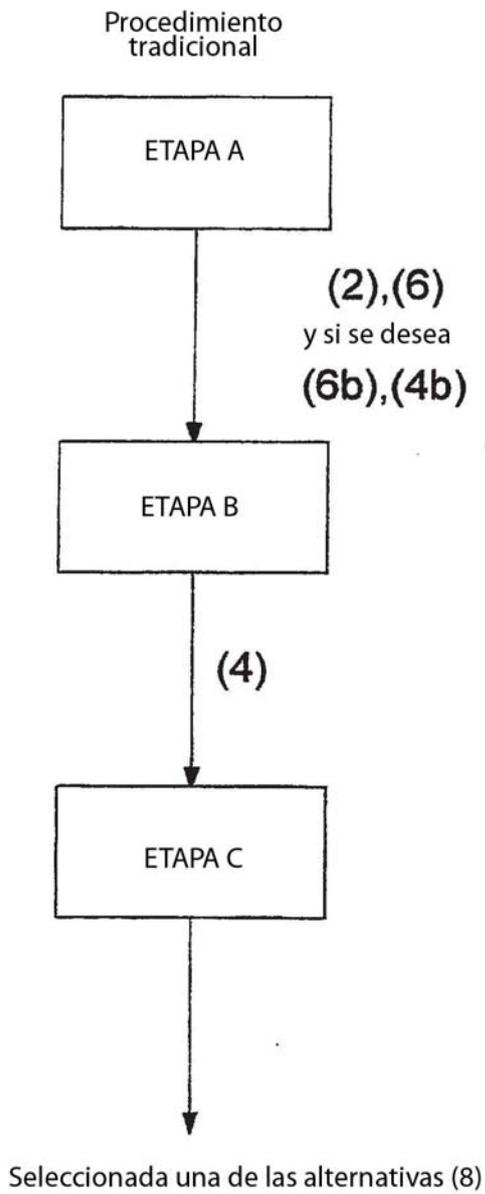


Fig. 2A

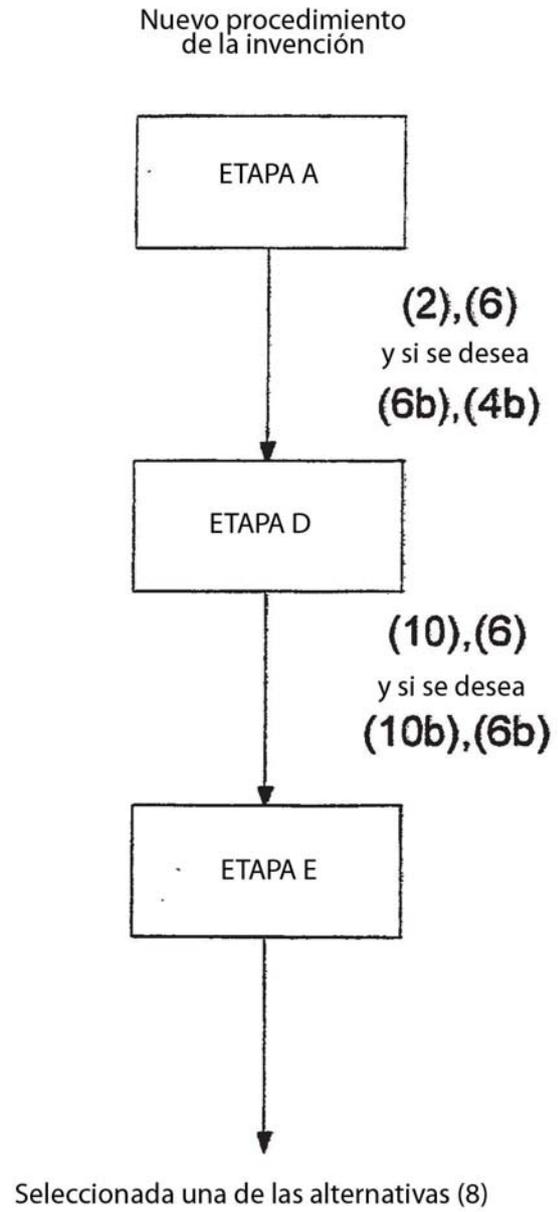


Fig. 2B

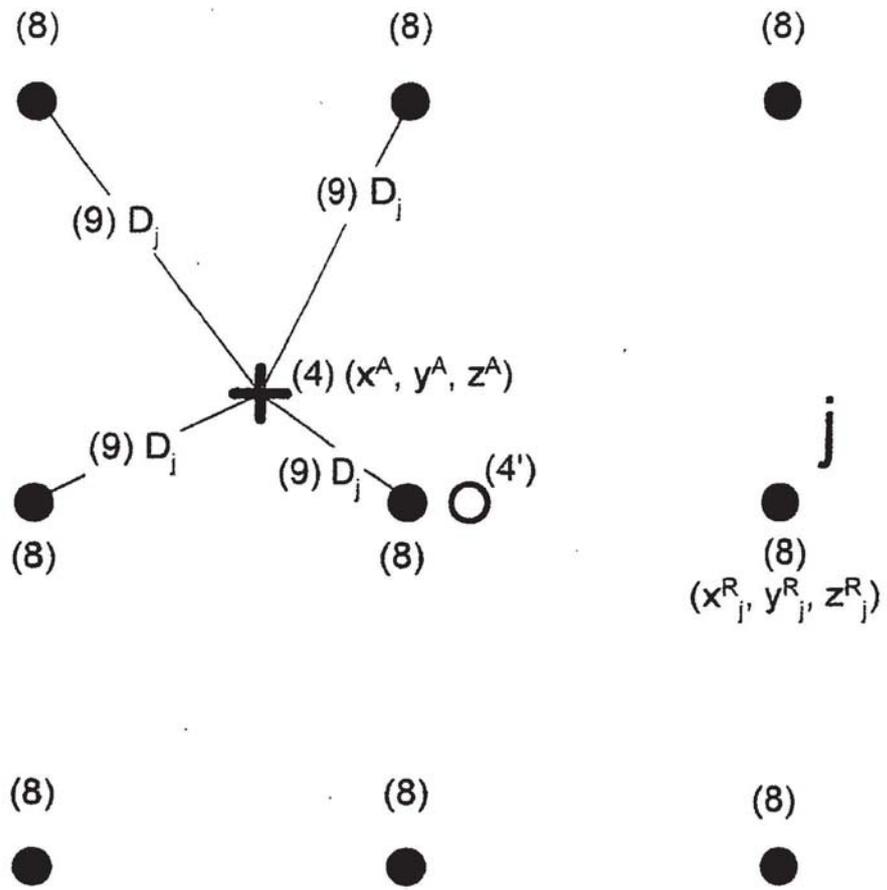


Fig. 3

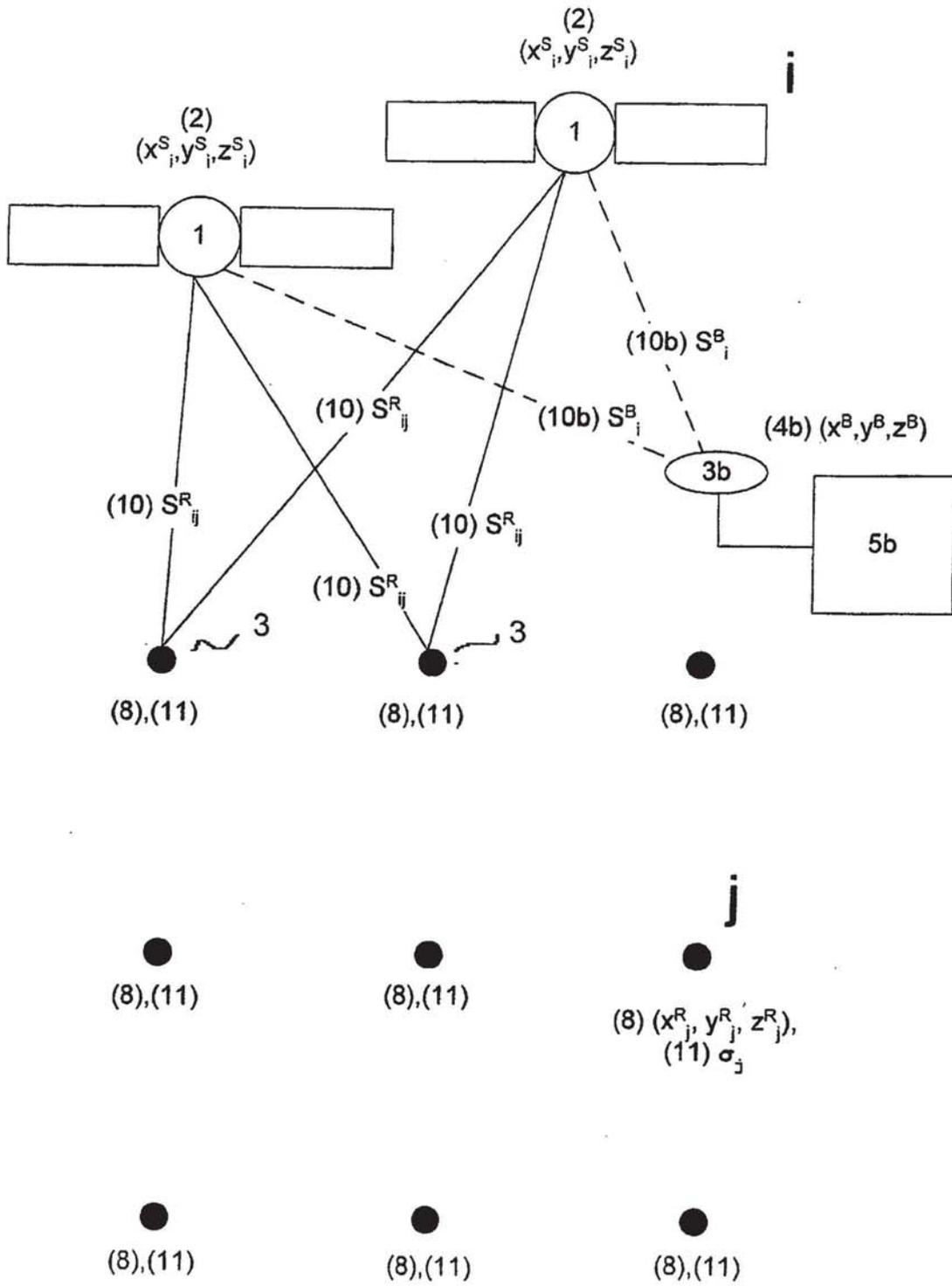


Fig. 4

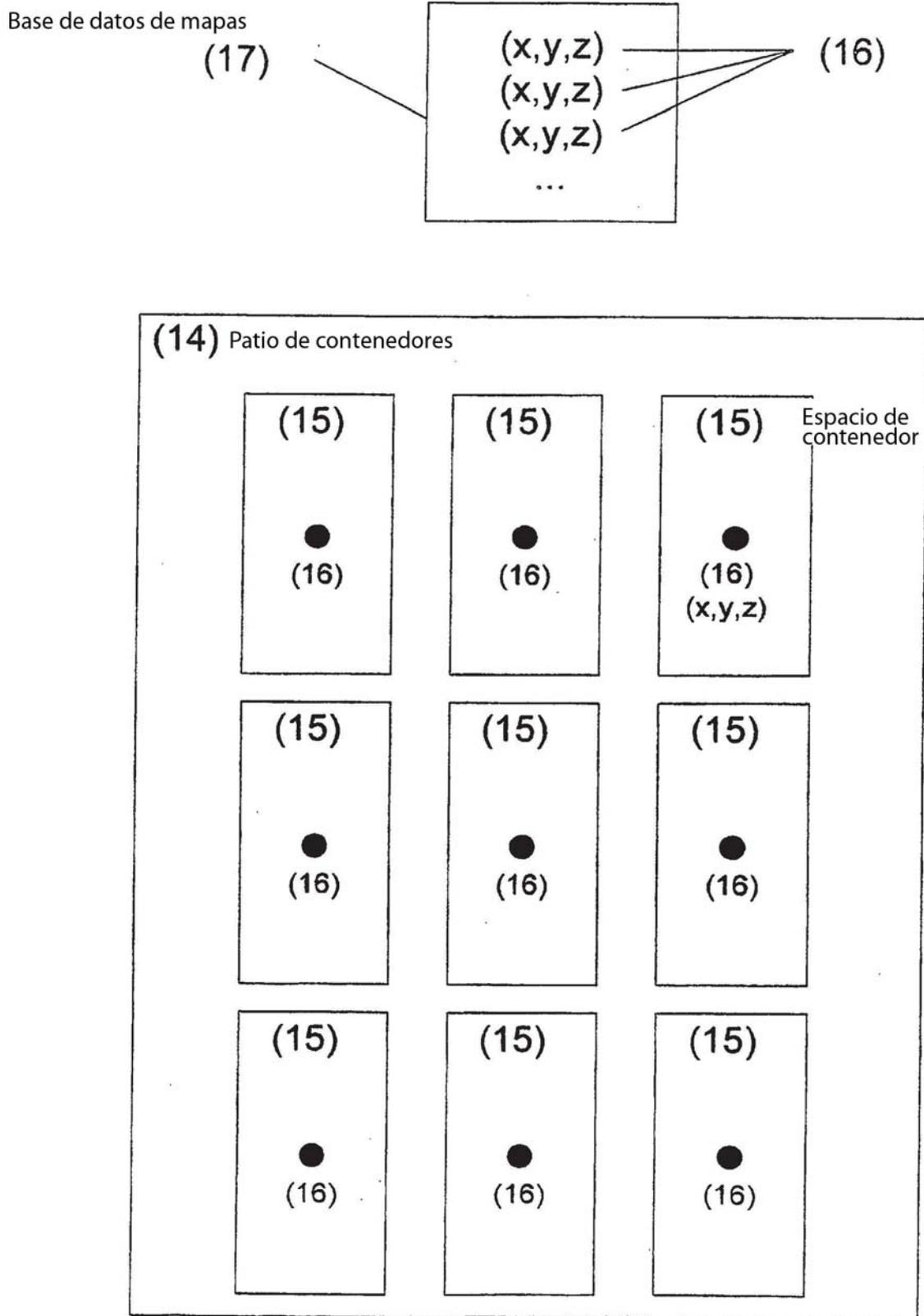


Fig. 5

TOS
Sistema Operativo de Terminal

(18)

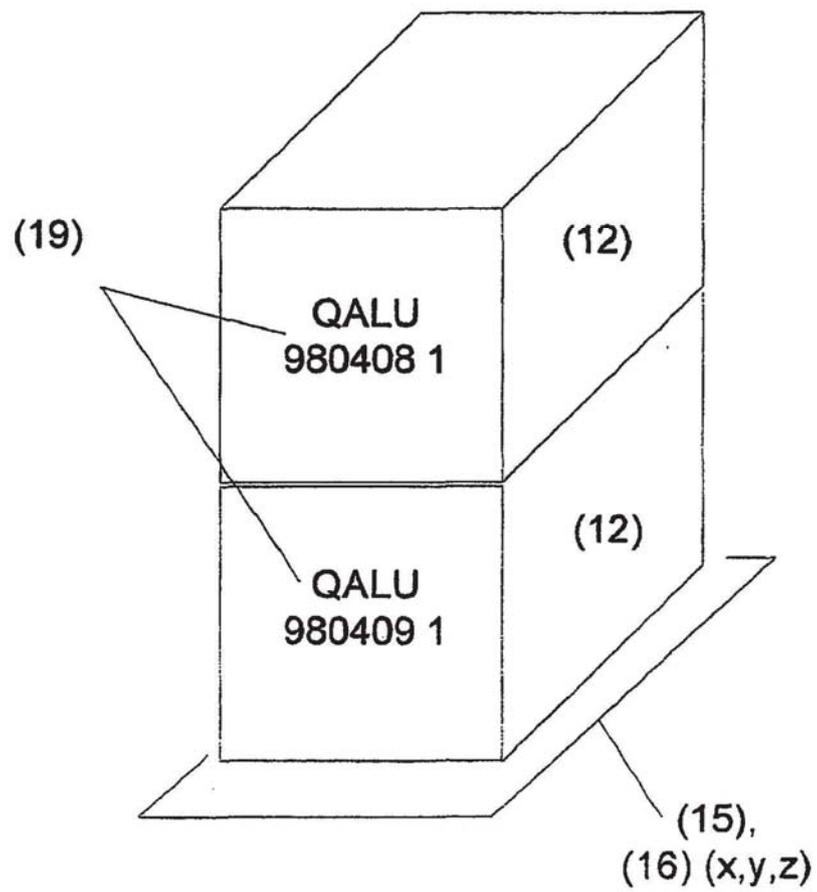
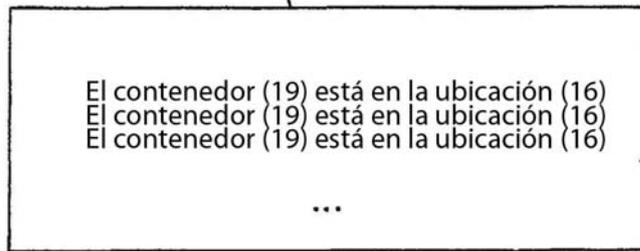


Fig. 6

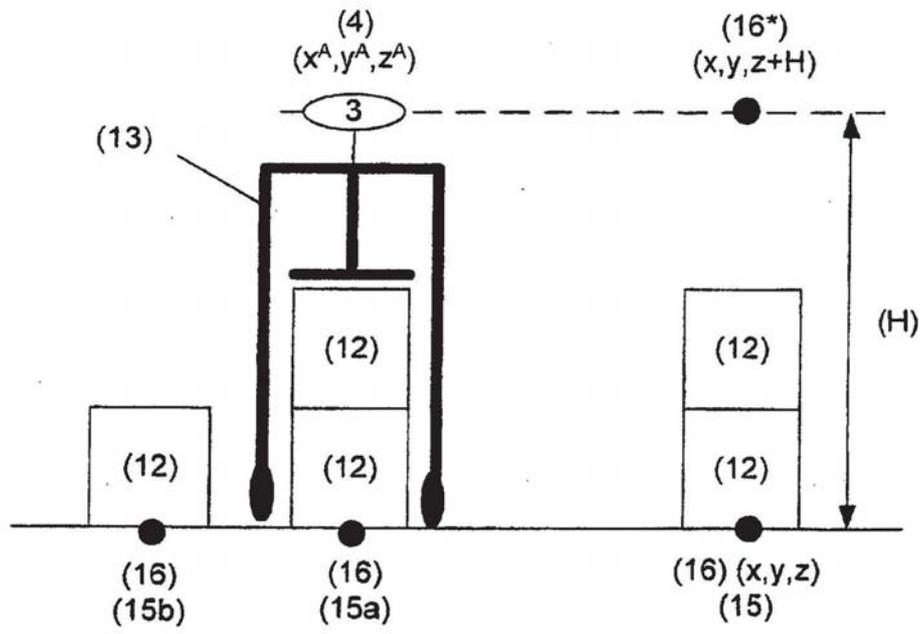


Fig. 7